

РЕВИЗИЈА НА ДОПОЛНИТЕЛЕН ПРОЕКТ – БУЧИМ

ПРОЕКТНА ЗАДАЧА

Овој Дополнителен Проект треба да биде изработен преку ПРОЕКТНАТА ЗАДАЧА, како составен дел на Основниот Проект за хидротранспорт, развод и одлагање на флотациската јаловина на рудникот за бакар Бучим – Радовиш над кота 630мнв.

Со завршување на ламелата на круната од браната на кота 642 мнв се создава висок ретензионен простор од 13 метри (висинска разлика помеѓу плажата на браната и круната на браната 629-642 мнв), како и високата разлика помеѓу круната на браната и водите во таложното езеро (642, односно 626 мнв), а поради доста поволниот природен рељеф на теренот од десната возводна страна од самата брана се создава многу стабилен простор за одлагање на флотациската јаловина (песокот) при што нема да се наруши динамиката на градба и стабилноста на браната, но во одреден временски период ќе се овозможи одлагање на флотациската јаловина, при што ќе се намали негативното влијание на ветерот.

За таа цел треба да се изврши следното:

- *Да се пресмета зафатнината на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен залив,*
- *Да се изврши пресметка – верификација на постојната пумпа “ФОД БОР” за транспорт и класирање на пулпата на просторот од десниот возводен залив од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв,*
- *Да се изврши анализа и избор на пулповод од ПВЦ цевки од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв до хидроциклоните по круната од браната од десниот возводен залив,*
- *Да се изврши одредување на количината на јаловина која ќе оди на класирање во хидроциклоните, како и количината на јаловината која ќе оди директно во таложното езеро преку одлагање на јаловината со систем на спиготи, при максимален капацитет на флотациска концентрација од 4.200.000 т/год и содржина на бакар од 0,23% и искористување од 88%,*
- *При одредувањето на висината на ламелата да се води сметка за функционалноста на колекторот во секое време да биде функционален, а депонирањето на јаловината во овој простор да не претставува проблем за стабилноста на браната,*
- *После исполнувањето на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен залив, последователно треба да се овозможи хидротранспорт и*

директно одлагање (без хидроциклонирање) на флотациската јаловина во десниот возводен крак од таложното езеро, кој во моментот е исполнет со вода,

- Да се изврши пресметка на зафатнината на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен крак од таложното езеро,*
- Да се изврши одредување на количината на флотациската јаловина во десниот возводен крак, последователно да се овозможи хидротранспорт и директно одлагање (без хидроциклонирање) на флотациската јаловина во десниот возводен крак од таложното езеро, кој во моментот е исполнет со вода, при максимален капацитет на флотациска концентрација од 4.200.000 т/год и содржина на бакар од 0,23% и искористување од 88%,*
- Да се изврши анализа и избор на хидротранспорт со пулповод од ПВЦ цевки од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв до десниот возводен крак од таложното езеро,*
- Да се изврши анализа и избор на пумпа/пумпи и пулповод од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв до десниот возводен крак од таложното езеро.*

НАПОМЕНА ЗА ПОТРЕБНИТЕ ПОДЛОГИ ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ

- 1. Нова снимена општа ситуација на постојната изграденост на флотациското хидројаловиште до кота 642 мнв и ситуација на новиот терен каде ќе се врши одлагање на песок од флотациската јаловина,*
- 2. Основен проект за хидротранспорт, развод и одлагање на флотациската јаловина на рудникот за бакар БУЧИМ – Радовиш над кота 630 мнв (ГФ-Скопје 2007 год.)*

ОСВРТ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ ЗА БАКАР “БУЧИМ”-РАДОВИШ

Од самиот почеток на активностите за заштита на природната животна средина и вклучувањето на еколошките движења во сите пори на општествените активности, рударството со своите пропратни дејности привлекува посебно внимание како еден од најголемите потенцијални загадувачи на целокупната биосфера: *водата, воздухот и земјиштето.*

Анализата која ја извршил *д-р Ервин Гертнер* за интензитетот на негативните последици на опкружувачката средина при различни рударски активности, покажува дека истите, а особено минералната технологија, го зазема неславното прво место како потенцијален голем загадувач.

Интензитетот на негативните последици на минералната технологија на опкружувачката средина зависи од карактеристиките на сировината, особено присуството на ситни фракции и леснорастворливи минерали во чии состави влегуваат штетни елементи.

Во однос на другите загадувачи, процесите на минералната технологија поседуваат одредени специфики, особено флотациската концентрација како постапка која во рамките на класичните постапки на минералната технологија од аспект на екологија е најнепожелна.

Спецификите кои во однос на другите загадувачи имаат негативни последици се:

- *Големи количини на цврсти, ситни честички диспергирани во водата мора да се одложат во посебно изградени хидројаловишта;*
- *Големи количини на отпадни води со суспендирани материи и можни недозволен присутни штетни јони на тешки метали, ОН-јони и органски загадувачи;*

Позитивните последици се огледат во следното:

- Големите количини фино иситнети отпадоци најчесто се појавуваат во минерална форма на тешкорастворливи соединенија кои во нерастворена состојба не се токсични;
- Релативно ниска загаденост на отпадните води;
- Можности за искористување на отпадните води во затворени циклуси на пречистување, со што се намалува потрошувачката на свежа вода. Во процесите во кои се користат токсични реагенси на овој начин се намалува содржината на загадувачот во отпадните води, а во рационални случаји користењето на повратната вода може да ја намали потрошувачката на флотациски реагенси во процесот;
- Големите хидројаловишта претставуваат и базени со функција на систем за самопречистување на отпадните води (таложее на суспендирани материји, спонтани хемиски, фотохемиски и биохемиски реакции со кои соединенијата и хемиските елементи присутни во отпадните води се преведуваат во помалку штетни форми). Експериментално е потврдено дека реакциите на самопречистување или контролирано преведување на јоните на тешките метали во слабо-растворливи сулфиди или хидроксиди поцелосно и побрзо се одигруваат ако во водата има присуство на повеќе различни јони кои можат да стапат во овие реакции, што со отпадните води во минералната технологија е готово редовна појава;
- Посебна погодност е кога исталожените суспендирани материји можат да се искориста како корисни производи;
- Релативно големи можности за избор на реагенси кои се основни загадувачи во процесите на флотациска концентрација, можности за замена на токсичните (цијаниди, феноли), со нетоксични или помалку токсични реагенси со што се намалува негативното влијание на минералната технологија врз природната животна средина.

Внимание заслужуваат истражувањата и нивната примена на планот на намалување на потрошувачката на неопходните токсични реагенси, без обзир дали е целта зголемување на селективност на реагенсите, заштеда на реагенсите или од еколошка точка на гледиште, што е најзначајниот ефект од намалувањето на токсичните реагенси во отпадните води. Тука треба да се спомене најклатантниот пример за намалување на потрошувачката на NaCN и ZnCO_3 во поголемиот број на постројки за флотациска концентрација на оловно-цинковите руди. Намалувањето на потрошувачката на NaCN во сите случаи, доведе до намалување на потребните количини и на другите реагенси и тоа во циклусот на флотацијата на оловото-колектори и пенливци, а во циклусот на флотација на цинковите минерали-активатори, колектори и пенливци, што мора да има како позитивна последица и намалување на содржината на овие реагенси во отпадните води.

Особен придонес кон зачувување на здравата природна и животна средина може да се наведе и користењето на токсичните отпадни соли или хемикалии кои претставуваат нуспроизводи, во својство на флотациски реагенси, секако при потрошувачка која нема да ја загрози водата. Тука најнапред треба да се зборува за користењето на отпадните соли на NaOH како регулатор на рН вредноста, потоа цијанидните соли во својство на деприматори, FeCO_3 во својство на модификатор, користењето на трансформаторски масла во својство на колектори итн. При флотациската концентрација на сулфидни минерални сировини тие обезбедуваат поголема хидрофобизација на минералните зрна бидејќи поседуваат два јагленоводородни радикали, но од ксантатите се помалку ефикасни (петовалетниот фосфор ја намалува активноста на сулфурот кој е поврзан за металот).

При флотациската концентрација на минералните сировини се добива голема количина на јаловина со значителна количина на вода која треба да се смести на погодно тло, терен или површина, со што се овозможува заштита од загадување на животната средина, таложење на цврстата фаза од пулпата, со истовремено обезводнување на одредена количина на повратна технолошка вода за повторно користење во процесот.

Хидројаловиштето кое се состои од **песочна брана, таложно езеро, дренажен систем и опрема за евакуација на бистрата вода** и е објект од големо значење.

Истото мора да ги задоволува следните услови:

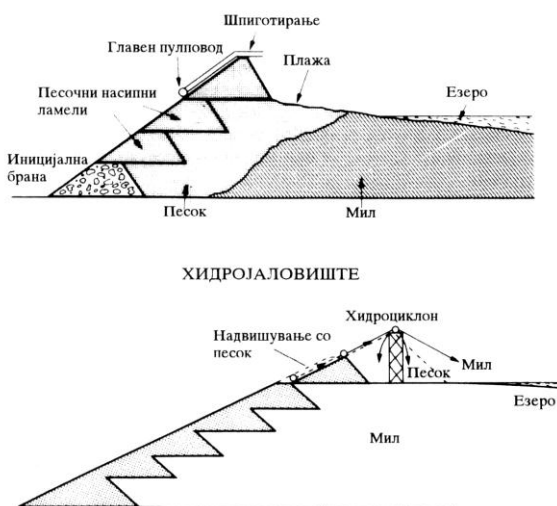
- **да обезбедува целосна сигурност и стабилност на песочната брана;**
- **да има постојан и константен хидрауличен доток на јаловина;**
- **да има постојана работа на хидроциклоните при разделување на песокот од преливот;**
- **да има функционален дренажен систем во секој момент;**
- **да обезбедува доволно време за потребните физичко-хемиски процеси, односно талочење на цврстата фаза на дното и разложување на заостанатите флотациски реагенси со цел да се добие бистра и чиста вода за користење во погонот или пак за испуштање во водените текови без опасност да биде загадена околината;**
- **да имаат вградени колектори за прием и евакуација на бистра вода;**
- **да имаат песочна брана со потребна дебелина и порозност за прием и евакуација на чистата понирачка вода;**
- **да има свое економско оправдание во процесот на концентрација;**

Во последно време се проектираат брани со значително поголеми висини, при што достигнуаат и преку 100 м висина. Економичноста се гледа во продолжувањето на векот на дренажниот систем, колекторот, пловната помпна станица, пулповодите и водоводот помеѓу флотацискиот погон и хидројаловиштето, кои впрочем претставуваат главни инвестициски трошкови при изградбата и одржувањето на хидројаловиштето. Поголемите брани овозможуваат поголем простор за сместување на флотациска јаловина, истовремено намалувајќи ги трошоците по тон преработена руда во флотацијата.

Избраниот терен за изградба на хидројаловиште и брана мора да биде испитан во поглед на геолошките карактеристики и механиката на почвата. При изградбата воопшто треба да се стреми кон ефтина изведба што е можно повеќе. Ова барање првенствено

води кон примена на методот т.н. возводна брана ("упстреам метход"), бидејќи централната линија на браната се движи возводно или низводно на браната. При користење на оваа метода малата иницијална брана е сместена на крајот од погодната низводна точка, а браната прогресивно расте кон возводната страна. За подигање на браната се користат различни методи: *хидроциклонирање* и *шпиготирање*.

Главна предност на возводна метода ("упстреам метход") е ниската цена на чинење и брзината со која браната се подига при секое сукцесивно подигање на насипот.



Слика 1. Возводна брана

Недостаток е што браната се гради на врвот од претходно депонирана неконсолидирана мил. Постои лимитирачка висина до која овој тип на брана може да се гради пред да се појави недостаток поради што овој метод на изградба е се помалку во употреба.

Втора метода, т.н. *низводна метода* ("доњнстреам метход") е релативно нов развоен систем кој е добиен како резултат на напорите за конструкција на поголеми и посигурни хидројаловишта. Спротивна на возводната метода, насипот расте во низводна линија, а браната налега врз покрупната јаловина. Во најголем број на случаи надвигувањето се врши со помош на циклонирање или создавање на песок за браната.



Слика 2. Низводна брана

Оваа метода овозможува проектирање и конструкција на хидројаловиште со прифатливи стандарди. Сите хидројаловишта во сеизмичките предели или пак скоро сите поглавни хидројаловишта се конструирани со примена на оваа низводна метода.

Главен недостаток на оваа метода и техника е големата количина на песок потребен за подигање на браната.

Постои и трета метода, т.н. *централна метода* ("центре-лине метход") која е варијанта употребена за изградба на низводна брана, гребенеста брана која расте хоризонтално над претходната круна. Таа има предност поради тоа што бара помала количина на песок за подигање на круната на било која висина.

Со оглед на тоа дека хидројаловиштата служат за создавање на акумулационен простор за депонирање на флотациската пулпа со јаловина, изградените брани се изработуваат од различен материјал. **Преградните брани од бетон** се применуваат многу ретко и тоа само во посебни случаји и под карактеристични околности. Вториот вид се **насипни брани**, кои се изведуваат со насипување на материјалот од непосредната околина. Трет тип на брани претставуваат објекти изградени од покрупни зрна на флотациската јаловина, добиени со класирање на јаловината со хидроциклони.

Преградните брани од бетон се изработуваат ако е пожелно да се пренасочи речниот тек поради користење на долината за депонирање на јаловината. Тоа се брани од траен карактер со свои максимални големини.

Насипните брани се изградуваат како помошни и се од привремен карактер. Служат за создавање на почетен акумулациски простор за примање на преливот од хидроциклонирање на флотациската јаловина. Надградбата на насипните брани се врши со насипување на хидроциклонираниот песок, т.е. со покрупните зрна од флотациската

јаловина добиени како песок при класирање во хидроциклонот. Градбата на насипната брана почнува со довод и набивање на материјал од блиската околина со одредени геомеханички карактеристики за утврдување на конструктивните големини на браната, до степен на првобитната збиеност. Во текот на градбата постојано се контролира збиеноста на секој слој, потоа влажноста, гранулометрискиот состав и останатите геомеханички особини. Истовремено се изработува елаборат со сите карактеристики за вградениот материјал.

Песокливите брани се разликуваат од насипните брани, така да песокливите брани во текот на експлоатацијата на хидројаловиштето перманентно се градат со нанесување на нови слоеви од хидроциклониран песок со помала збиеност. Песокот е од флотациската пулпа која содржи 60-75% цврста фаза. Концентрацијата на сулфидни минерали во песокот на хидроциклонот е значително поголема отколку во самата флотациска јаловина, а особено поголема отколку во преливот на хидроциклонот. Со време во браната доаѓа до оксидација на сулфидните минерали што битно ја менува водопропустливоста на песокливите брани, а и аголот на внатрешно триење помеѓу зрната на песокот кој е битен за статичката стабилност на браната. Во песокливите брани е присутно цедење на водата од акумулацискиот простор низ браната. Тоа значи дека физичките, хемиските, хидрогеолошките и процесите на конолидација на браната се обавуваат, како во текот на градбата на браната, така и по завршување на нејзината изградба.

Со подобро познавање на сите процеси кои се случуваат во браната во состојба сме да го оневозможиме загадувањето на водотеците под браната и воопшто загадувањет на животната средина. Добро изградена песоклива брана е најдобар пречистувач на отпадните води од хидројаловиштето. Да се оствари таа цел, потребно е песокот од хидроциклоните превилно да се депонира во браната и така да се обезбеди што подолг пат на провирните води, на кој пат ќе се извршат физичко-хемиски процеси на пречистување на провирните води.

Оксидацијата на сулфидните минерали во јаловината зависи од брзината на реакција на нивните површини со кислородот од воздухот. Брзината на оксидација е во

директна врска со количината на воздух, температурата, степенот на влажност и специфичната површина на минералите кои се оксидираат. Од сите сулфидни минерали, **пиритот** кој е најчесто присутен во флотациската јаловина е најмногу склон кон брза оксидација во песоковата брана, благодареејќи на своите кристало-хемиски особини и склоност кон лесно ситнење. Производи од оксидацијата на пиритот се: *ферохидроксид - $Fe(OH)_2$, ферихидроксид - $Fe(OH)_3$, феросулфат- $FeSO_4$ и сулфуроводород- H_2S .*

Во провирните (процедни) води од хидројаловиштето често се присутни и тешки метали, како што се: *железо, бакар, цинк, никел и манган*, додека оловото е со ограничена растворливост. Поголемото присуство на поедини елементи е штетно по животната и човекова средина. Затоа мора да се спречат истекувањата на водата со тешки метали за да водата ја направиме безопасна. **Со познавање на хемиските реакции кои се одвиваат во флотациските јаловини можеме да го спречиме агресивното дејство на водата на бетонските колектори, чии хаварии можат да предизвикаат несакани последици.**

На нашите хидројаловишта најголема агресивност имаат: *јагленородната киселина- H_2CO_3 , потоа вар- CaO , други киселини- H_2CO_4 , магнезиум и сулфатна агресивност.*

Познавањето на геомеханичките карактеристики на јаловината која се депонира, како во песоковите брани, така и во хидројаловиштата, секако е од големо значење. Без тоа познавање не може да се замисли било каква статичка стабилност и безбедно и сигурно одлагање на флотациската јаловина. Времето на стоење на водата во таложното езеро на хидројаловиштето, времето да дренажните води поминат низ браната за пречистување и количината на заробена вода се во директна зависност од геомеханичките карактеристики на јаловината. Тие карактеристики се следните: ***гранулометриски состав; збиеност; водопрустливост; порозност; притисок во порите; консолидација; униформност; влажност; запреминска маса во збиена и растресита состојба; кохезија; аголот на внатрешно триење итн.***

Основни податоци за објектите и акумулацијата

Во согласност на Правилникот за минимално потребните работи и мерки за техничко набљудување – оскултација на браните чии акумулации и хидројаловишта се над населени места или стопански објекти од општ интерес, флотациското хидројаловиште "Тополница" се брана која изискува посебна контрола, имајќи ја во предвид близината на с. Тополница, како и висината на истата која со кота од 654,00 м изнесува над 130 м. Техничкото набљудување на овие брани се изведува со контролни набљудувања за да се обезбеди доволен број на информации за понесување на браната на хидројаловиштето и акумулацискиот простор, за да при изградба или експлоатација може да се обезбеди целосна сигурност на овој тип на објекти со исклучување на секаков ризик за хаварија.

Според состојбите, геодетските подлоги и претходните проекти за надвишување на флотациското хидројаловиште Тополница до кота 654,00 мм можат да се забележат следните карактеристики:

- *проектирана завршна кота на круната 654,00 м*
- *висина на иницијалната брана 30,00 м*
- *ширина на круната на иницијалната брана 12,00 м*
- *ширина на круната на завршната брана 40-58,00 м*
- *наклон на возводната косина на завршна брана 1:2,5*
- *наклон на низводната косина на завршна брана 1:3,5*
- *должина на круната на иницијалната брана над 300,00 м*
- *должина на круната завршната брана над 850,00 м*
- *вкупна зафатнина на завршната брана над 10.000.000 м³*
- *вкупна зафатнина на таложното езеро над 45.000.000,00 м³*
- *вкупна зафатнина – ретензија 9.500.000,00 м³*
- *вкупно депонирана флотациска јаловина околу 100.000.000,00 тони*

За обезбедување на геомеханичка стабилност на хидројаловиштето, односно исцедување на провирните води од телото на хидројаловиштето постои дренажен систем

кој се состои од 2 (две) паралелни дренажи (првата со ширина од 21 м, а втората со ширина од 30,00 м, на чии краеве се поставени перфорирани собирни дренажни цевки) на растојание од 110-130,00 м под самата лева и десна страна на завршната косина на браната.

Осврт на новите концепциски и технички решенија

Имајќи ја во предвид потребната стабилност, сигурност и одржлива функционалност на хидројаловиштето, концепциско решение на надвишување на хидројаловиштето до кота 654 м мора да биде цврсто и сигурно обезбедено со сите законски мерки и јасно образложено, имајќи ги во вид спецификите на значително високите брани кои можат да направат големи неприлики.

Како главни причини за евентуални оштетувања или хаварији или делумни рушења во депонираниот јаловински песочен материјал во телото на хидројаловиштето се смета ***преливањето на водата*** преку круната на хидројаловиштето и ***многу високото издигнување на депресионата крива*** и ***избивање*** во горниот дел на косината.

Доколку ретензиониот простор меѓу преливниот праг и круната од браната се исполни со вода или се создаде акумулација со тоа да водата почне да прелива преку круната, ќе се предизвика ерозија на низводната косина а со тоа и изнесување на материјал од круната. Тоа ќе предизвика поплава на низводното подрачје со концентрирана суспензија- пулпа.

Во сегашната состојба кога не е завршена завршната кота на изграденост на круната на хидројаловиштето, егзистира класична акумулација и брана изградена од пескливо-прашкест материјал каде се можни и други оштетувања: *локални свлечишта, диференцијални слегања, појава на пукнатини и слично.*

Согласно на погоре кажаното, а во согласност на Правилникот, минимално потребните работи за техничко набљудување на браните под посебна контрола, потребни се следните контролни набљудувања:

- *Визуелни набљудувања на хидројаловиштето, придружните објекти, акумулациониот базен и теренот во непосредна околина*
- *Геодетското набљудување, мерење на хоризонталните и вертикалните поместувања на надворешната површина на објектот и теренот во непосредна околина на хидројаловиштето*
- *Мерење на порните притисоци во телото на хидројаловиштето*
- *Мерење на тоталните притисоци во одредени точки во внатрешноста на хидројаловиштето*
- *Мерење на хоризонталните поместувања и вертикалните слегавања во одредени точки од внатрешноста на хидројаловиштето*
- *Мерење на ниво на водата во акумулацијата*
- *Мерење на климатолошки појави (количество на врнежи, температура на водата, испарување и друго*
- *Мерење на ниво на подземни води во отворените и затворените пиезометри*
- *Мерење на вкупни провирни води низ телото на хидројаловиштето*
- *Мерење на капацитетот на водата во колекторот*
- *Мерење на капацитетот на водата во изворите*
- *Мерење на сеизмички појави врзани со поширокото подрачје на хидројаловиштето и акумулацијата*

СПОРЕД ПРОЕКТНАТА ЗАДАЧА ОД БУЧИМ – ДООЕЛ- РАДОВИШ

- **Да се пресмета зафатнината на просторот за одлагање на флоатциската јаловина во десниот возводен залив**

Табела 1. Потенцијална зафатнина на десниот возводен залив – метода на профили (м³)

Средна површина (м ²)	Потенцијална зафатнина (м ³)
69.844	209.532
84.063	420.315
102.625	513.125
116.075	232.150
125.325	375.975
140.532	702.660
158.251	633.004
19.219	518.913
	ВКУПНО: 3.605.674

- **Да се изврши пресметка – верификација на постојната пумпа “ФОД БОР” за транспорт и класирање на пулпата на просторот од десниот возводен залив од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв**

Потиснувањето на пулпата (одредувањето на вкупните губитоци (X_m)) е од постојната пумпна станица на кота 642 мнв до хидроциклоните поставени за одлагање на јаловината во десниот возводен залив до кота 642 мнв (котата на влезот во хидроциклоните е 644 мнв), при максимална должина од 1.671 м и потребен притисок на влезот од хидроциклоните од $X_{хц}=8$ мвс и при локални линиски губитоци од 20%. Резултатите се прикажани на стр.10 и стр. 11.

Одредувањето на карактеристиките на центрифугалната милна пумпа и вкупните пиезометриски притисоци кои треба да се совладат се прикажани преку равенките од стр. 12 и стр. 12, а потребната снага на пумпата преку равенките од стр. 13, при што се **избира милна пумпа “МЕТСО” тип “ХР 250 ЕНР-С Ц5ХЦ”** со електрофреквентен регулатор и електромотор со снага $N = 400$ Њ која ги задоволува потребните услови за работа и нови усвоени услови дадени на стр. 13, црт. Бр. 46.10.04, црт. Бр. 46.10.05, црт. Бр. 46.10.06, црт. Бр. 46.20.01.

- **Да се изврши анализа и избор на пулповод од ПВЦ цевки од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв до хидроциклоните по круната од браната од десниот возводен залив**

Анализата и изборот на пулповодот од ПВЦ цевки до хидроциклоните по круната на браната од десниот возводен залив (должина на пулповод од 1.671 м) се врши преку усвоените параметри од стр. 5 и стр. 6 од Дополнителниот Проект.

Одредувањето на **критичните брзини ($V_{кр}$)** се извршени со користење на експерименталните равенки од авторите **Дуранд, Кнороз, Силјин, Јуфин**, при што добиените резултати се прикажани во Табела 5, од Дополнителниот Проект.

Одредувањето на **стварните брзини ($V_{ств}$)** се извршени со користење на равенките за номинални, минимални и максимални маси на флотациска јаловина, при што добиените резултати се прикажани во Табела ? (не е нумерирана во текстот, а се повикува на Табела 4), од Дополнителниот Проект.

Видливо е дека **стварните брзини ($V_{ств}$)** во цевководот со внатрешен дијаметар од **$D_e=361,8$ мм** се поголеми од **критичните брзини ($V_{кр}$)**, така што со висок степен на сигурност може да се протолкува дека протокот на пулпата од јаловината ќе биде обезбедена без таложување на честички или гушење во цевководот.

Според ова, за хидротранспорт на флотациската јаловина од постојната етапна пумпна станица на кота 642 мнв, до хидроциклоните поставени на кота 642 мнв за пополнување на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен залив со зафатнина од **$3.605.674$ м³** ќе се усвои ПВЦ пулповод од ОХИС-Скопје, тип КМ, со надворешен дијаметар од **$D_n=400$ мм** и внатрешен дијаметар од **$D_e=361,8$ мм**.

Хидрауличниот пад се одредува за за номинални, минимални и максимални маси на флотациска јаловина, а резултатите се пресметани преку равенката на **Хазен-Њилиамс**, а добиените резултати за хидрауличниот пад – губитокот на притисок (**u_g**) се прикажани во м/м (%) на стр. 9 и стр. 10.

- **Да се изврши одредување на количината на јаловина која ќе оди на класирање во хидроциклоните, како и количината на јаловината која ќе оди директно во таложното езеро преку одлагање на јаловината со систем на спиготи, при максимален капацитет на флотациска концентрација од 4.200.000 т/год и содржина на бакар од 0,23% и искористување од 88%**

Во процесот на Флотација, при предвиден максимален капацитет на преработка на руда од 4.200.000 т/год се остваруваат технолошките резултати дадени во Табела 2, од Дополнителниот Проект, додека одредувањето на количината на флотациска јаловина е извршена врз основа на масите на цврстата фаза од производите на флотациската концентрација (руда, концентрат на бакар и јаловина) дадени во Табела 3, од Дополнителниот Проект, а количината на флотациската јаловина при просечен масен однос Ц : Т = 1 : 1,63 или 38%Ц, за усвоената дневна количина (при максимална преработка на руда) – маса на цврста фаза, т/ден, $\mathbf{\mathbb{L}_{j\text{ал}} = 13.288 \text{ т/ден}}$, дадена во Табела 4, од Дополнителниот Проект.

Проектантот усвојува дека 80% од вкупната количина на флотациска јаловина кога работат двете секции, да оди на класирање во постојните хидроциклони, додека останатите 20% од вкупната количина на флотациска јаловина кога работат двете секции, да оди директно во таложното езеро преку одлагање на јаловината со систем на спиготи по должина во внатрешниот дел на постојната брана.

Проектантот усвојува за понатамошни пресметки можни осцилации на капацитетот од номиналниот $\pm 10\%$ при што се земаат во пресметки следните капацитети:

$$\mathbf{\mathbb{L}_{\text{ном}}=246,11 \text{ л/с; } \mathbb{L}_{\text{мин}}=215,35 \text{ л/с; } \mathbb{L}_{\text{ацм}}=276,88 \text{ л/с;}}$$

- **При одредувањето на висината на ламелата да се води сметка за функционалноста на колекторот во секое време да биде функционален, а депонирањето на јаловината во овој простор да не претставува проблем за стабилноста на браната**

Имајќи ја во предвид потребната стабилност, сигурност и одржлива функционалност на хидројаловиштето, концепциско решение на надвишување на хидројаловиштето до кота 654 м мора да биде цврсто и сигурно обезбедено со сите

законски мерки и јасно образложено, имајќи ги во вид спецификите на значително високите брани кои можат да направат големи неприлики.

Како главни причини за евентуални оштетувања или хаварии или делумни рушења во депонираниот јаловински песочен материјал во телото на хидројаловиштето се смета **преливањето на водата** преку круната на хидројаловиштето и **многу високото издигнување на депресионата крива** и **избивање** во горниот дел на косината.

Доколку ретензиониот простор меѓу преливниот праг и круната од браната се исполни со вода или се создаде акумулација со тоа да водата почне да прелива преку круната, ќе се предизвика ерозија на низводната косина а со тоа и изнесување на материјал од круната. Тоа ќе предизвика поплава на низводното подрачје со концентрирана суспензија- пулпа.

Во сегашната состојба кога не е завршена завршната кота на изграденост на круната на хидројаловиштето, егзистира класична акумулација и брана изградена од пескливо-прашкест материјал каде се можни и други оштетувања: *локални свлечишта, диференцијални слегања, појава на пукнатини и слично*. Согласно на погоре кажаното, а во согласност на Правилникот, минимално потребните работи за техничко набљудување на браните под посебна контрола.

- **После исполнувањето на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен залив, последователно треба да се овозможи хидротранспорт и директно одлагање (без хидроциклонирање) на флотациската јаловина во десниот возводен крак од таложното езеро, кој во моментот е исполнет со вода**

Хидројаловиштето кое се состои од **песочна брана, таложно езеро, дренажен систем и опрема за евакуација на бистрата вода** е објект од големо значење. Истото мора да ги задоволува следните услови:

- - да обезбедува целосна сигурност и стабилност на песочната брана;
- - да има постојан хидрауличен доток на јаловина;
- - да има постојана работа на хидроциклоните при разделување на песокот од преливот;
- - да има функционален дренажен систем во секој момент;
- - да обезбедува доволно време за потребните физичко-хемиски процеси, односно таложување на цврстата фаза на дното и разложување на заостанатите флотациски реагенси со цел да се добие бистра и чиста вода за користење во погонот или пак за испуштање во водените текови без опасност да биде загадена околината;
- - да имаат вградени колектори за прием и евакуација на бистра вода;
- - да имаат песочна брана со потребна дебелина и порозност за прием и евакуација на чистата понирачка вода;
- - да има свое економско оправдание во процесот на концентрација;
- Во последно време се проектираат брани со значително поголеми висини, при што достигнуаат и преку 100 м висина. Економичноста се гледа во продолжувањето на векот на дренажниот систем, колекторот, пловната помпна станица, пулповодите и водоводот помеѓу флотацискиот погон и хидројаловиштето, кои впрочем претставуваат главни инвестициски трошкови при изградбата и одржувањето на хидројаловиштето. Поголемите брани овозможуваат поголем простор за сместување на флотациска јаловина, истовремено намалувајќи ги трошоците по тон преработена руда во флотацијата.
- Избраниот терен за изградба на хидројаловиште и брана мора да биде испитан во поглед на геолошките карактеристики и механиката на почвата. При изградбата воопшто треба да се стреми кон ефтина изведба што е можно повеќе. Ова барање првенствено води кон примена на методот т.н. возводна брана ("упстрем метод"), бидејќи централната линија на браната се движи возводно или низводно на браната. При користење на оваа метода малата иницијална брана е сместена на крајот од погодната низводна точка, а браната прогресивно расте кон

возводната страна. За подигање на браната се користат различни методи: *хидроциклонирање и шпиготирање*.

- Имајќи ја во предвид потребната стабилност, сигурност и одржлива функционалност на хидројаловиштето, концепциско решение на надвишување на хидројаловиштето до кота 654 м мора да биде цврсто и сигурно обезбедено со сите законски мерки и јасно образложено, имајќи ги во вид спецификите на значително високите брани кои можат да направат големи неприлики.
- Како главни причини за евентуални оштетувања или хаварији или делумни рушења во депонираниот јаловински песочен материјал во телото на хидројаловиштето се смета ***преливањето на водата*** преку круната на хидројаловиштето и ***многу високото издигнување на депресионата крива и избивање*** во горниот дел на косината.
- ***Доколку ретензиониот простор меѓу преливниот праг и круната од браната се исполни со вода или се создаде акумулација со тоа да водата почне да прелива преку круната, ќе се предизвика ерозија на низводната косина а со тоа и изнесување на материјал од круната. Тоа ќе предизвика поплава на низводното подрачје со концентрирана суспензија- пулпа.***

Согласно на пресметките за зафатнините со предвидената метода на профили за возводниот залив и возводниот крак од хидројаловиштето “Тополница” на рудникот за бакар “Бучим” – Радовиш, може да се согледа следното:

Зафатнините на возводниот залив и возводниот крак од хидројаловиштето “Тополница” изнесуваат:

$$V_{\text{залив}} + V_{\text{крак}} = 3.605.674 \text{ м}^3 + 20.087.308 \text{ м}^3 = 23.692.982 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ц во пулпа}} = 4.921,48 \text{ м}^3/\text{ден}$$

$$\gamma = 2,70 \text{ т/м}^3$$

$$\text{Работни денови/годишно} = 306 \text{ денови}$$

$$\text{ПРОИЗВОДСТВО: } \text{Љ} = 4.066.126,8 \text{ т/год}$$

$$\text{ЦВРСТО: } 4.921,48 \text{ ц } 306 = 1.505.972,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

80% → 1.204.778,3 м³/год. во круна на браната,

20%→ 301.194,6 м³/год. во ножици на заливот

ЗАФАТНИНА НА ЗАЛИВ = **3.605.674 м³ : 1.505.972,9 м³/год. = 12 години**

ЗАФАТНИНА НА КРАК = **20.087.308 м³ : 1.505.972,9 м³/год. = 13,33 години**

Имајќи ги во предвид предлозите од проектантите за пополнување на возводниот залив и односот 80% со хидроциклонирање за круна на браната (песок= % -?, прелив=%-?) и 20% со шпиготирање во ножиците од возводниот залив, односно 100% шпиготирање на јаловината гравитациски од бетонската шахта на кота 647 мнв, директно во возводниот крак од хидројаловиштето, а согласно на претходните (горни) пресметки, потребно е да **дефинира динамиката за изградбата на ламелите и круната на браната и предложеното одлагање на јаловината во возводниот залив и возводниот крак со соодветни зафатнини,** а истовремено да се направи **хармонизација со Основниот проект за надвишување до крајна кота од 654 мнв.**

- **Да се изврши пресметка на зафатнината на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен крак од таложното езеро**

Табела 1. Потенцијална зафатнина на десниот возводен крак – метода на профили (м³)

Средна површина (м ²)	Потенцијална зафатнина (м ³)
3.062,5	21.438
13.265,5	132.655
34.812,5	348.125
75.688,0	756.880
138.501,0	1.385.010
220.704,5	2.207.045
324.501,0	3.245.010
452.703,5	4.527.036
605.142,0	6.051.420
706.345,0	1.412.690
	ВКУПНО: 20.087.308

- **Да се изврши одредување на количината на флотациската јаловина во десниот возводен крак, последователно да се овозможи хидротранспорт и директно одлагање (без хидроциклонирање) на флотациската јаловина во десниот возводен крак од таложното езеро, кој во моментот е исполнет со вода, при максимален капацитет на флотациска концентрација од 4.200.000 т/год и содржина на бакар од 0,23% и искористување на бакар од 88%**

Во процесот на Флотација, при предвиден максимален капацитет на преработка на руда од 4.200.000 т/год се остваруваат технолошките резултати дадени во Табела 2, од Дополнителниот Проект, додека одредувањето на количината на флотациска јаловина е извршена врз основа на масите на цврстата фаза од производите на флотациската концентрација (руда, концентрат на бакар и јаловина) дадени во Табела 3, од Дополнителниот Проект, а количината на флотациската јаловина при просечен масен однос Ц : Т = 1 : 1,63 или 38%Ц, за усвоената дневна количина (при максимална преработка на руда) – маса на цврста фаза, т/ден, $\mathbf{\mathbf{L}_{j\text{ал}} = 13.288 \text{ т/ден}}$, дадена во Табела 4, од Дополнителниот Проект.

Проектантот усвојува дека 80% од вкупната количина на флотациска јаловина кога работат двете секции, да оди за пополнување на просторот во десниот возводен крак од таложното езеро (должина 1.660 м), додека останатите 20% од вкупната количина на флотациска јаловина кога работат двете секции, да оди директно во таложното езеро преку одлагање на јаловината со систем на спиготи по должина во внатрешниот дел на постојната брана.

Хидротранспортот на флотациската јаловина од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв, до десниот возводен крак од таложното езеро треба да го помине патот преку пулповодот во должина од $1.671 + 1.660 = 3.331$ метри.

Проектантот ги усвојува истите параметри како и при пресметките за возводниот залив, како и за понатамошни пресметки можните осцилации на капацитетот од номиналниот $\pm 10\%$ при што се земаат во пресметки следните капацитети:

$\mathbf{L_{\text{ном}}=246,11 \text{ л/с; } L_{\text{мин}}=215,35 \text{ л/с; } L_{\text{ацм}}=276,88 \text{ л/с;}}$

- **Да се изврши анализа и избор на хидротранспорт со пулповод од ПВЦ цевки од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв до десниот возводен крак од таложното езеро**

Проектантот ги усвојува истите параметри како и при пресметките за возводниот залив, како и за понатамошни пресметки можните осцилации на капацитетот од номиналниот $\pm 10\%$ при што се земаат во пресметки следните капацитети:

$$\mathbf{\mathcal{L}_{ном}=246,11 \text{ л/с; } \mathcal{L}_{мин}=215,35 \text{ л/с; } \mathcal{L}_{ацм}=276,88 \text{ л/с;}}$$

Одредувањето на **критичните брзини ($V_{кр}$)** се извршени со користење на експерименталните равенки од авторот **Кнороз**, при што добиените резултати се прикажани во Табела 7, од Дополнителниот Проект.

Одредувањето на **стварните брзини ($V_{сте}$)** се извршени со користење на равенките за номинални, минимални и максимални маси на флотациска јаловина, при што добиените резултати се прикажани во Табела 7, од Дополнителниот Проект.

Видливо е дека **стварните брзини ($V_{сте}$)** во цевководот со внатрешен дијаметар од $\mathbf{D_e=361,8 \text{ мм}}$ се поголеми од **критичните брзини ($V_{кр}$)**, така што со висок степен на сигурност може да се протолкува дека протокот на пулпата од јаловината ќе биде обезбедена без таложување на честички или гушење во цевководот.

Одредувањето на **критичните брзини ($V_{сте}$)** за полна цевка се извршени со користење на равенките за номинални, минимални и максимални маси на флотациска јаловина, при што добиените резултати се прикажани во Табела 8, од Дополнителниот Проект.

Исто така, дадени се пресметките за **светлата (жива) површина на пресеком $\Phi_{кр}$** , за разни дијаметри на цевки и тоа, $\mathbf{D_e=0,3618 \text{ м, } D_e=0,4522 \text{ м, } D_e=0,5932 \text{ м}}$, **оквасениот обем $O_{кр}$** за истите дијаметри на цевки, **хидрауличниот радиус $R_{х-кр}$** за истите дијаметри на цевки, **Цхези-ов коефициент $C_{кр}$** за истите дијаметри на цевки, **хидрауличниот нагиб $i_{кр}$** за истите дијаметри на цевки, а сите пресметани вредности на гореспомнатите параметри се дадени прикажани во Табела 8, од Дополнителниот Проект.

Одредувањето на **критичните брзини ($V_{сте}$)** за случаји кога цевката нема да биде полна се извршени со користење на равенките за протекнување по принцип на проток низ канал со кружен пресек, при што добиените резултати се прикажани во Табела 9, од Дополнителниот Проект, каде што се дадени пресметаните вредности за **висина, површина на одсечок, обем, хидрауличниот радиус $R_{х-кр}$, Цхези-ов коефициент $C_{кр}$ и критична брзина $V_{кр}$ при p - конзистенција на пулпата од 61,35%.**

Одредувањето на **стварните брзини ($V_{сте}$)** се извршени со користење на равенките за номинални, минимални и максимални маси на флотациска јаловина, при што добиените резултати се прикажани во Табела 10, од Дополнителниот Проект.

За хидротранспорт на флотациската јаловина гравитациски од бетонската шахта на кота 648,577 мнв, до десниот возводен крак од таложното езеро каде ќе биде директно испуштана без хидроциклонирање се усвојува ПВЦ цевка од ОХИС – Скопје, тип КМ, со

надворешен дијаметар од $D_n=500$ мм и внатрешен дијаметар од $D_e=455,2$ мм., со цевковод со континуиран пад од 0,1% (а не 1% како што е по грешка во Дополнителниот проект).

- **Да се изврши анализа и избор на пумпа/пумпи и пулповод од новата етапна пумпна станица на кота 642 мнв до десниот возводен крак од таложното езеро**

Потиснувањето на пулпата (одредувањето на вкупните губитоци (X_m)) е од постојната пумпна станица на кота 642 мнв до хидроциклоните поставени за одлагање на јаловината во десниот возводен залив до кота 642 мнв (котата на влезот во хидроциклоните е 644 мнв), при максимална должина од 1.671+1.660 м и потребен притисок на влезот од хидроциклоните од $X_{\text{хц}}=8$ мвс и при локални линиски губитоци од 20%. Резултатите се прикажани на стр.10 и стр. 11.

Одредувањето на карактеристиките на центрифугалната милна пумпа и вкупните пиезометриски притисоци кои треба да се совладат се прикажани преку равенките од стр. 12 и стр. 12, а потребната снага на пумпата преку равенките од стр. 13, при што се **избира милна пумпа “МЕТСО” тип “ХР 250 ЕНР-С Ц5ХЦ”** со електрофреквентен регулатор и електромотор со снага $N = 400$ Њ која ги задоволува потребните услови за работа и нови усвоени услови дадени на стр. 13, до бетонската шахта на кота 648,577 мнв од каде до десниот возводен крак од таложното езеро каде ќе биде директно испуштана без хидроциклонирање со ПВЦ цевка од ОХИС – Скопје, тип КМ, со надворешен дијаметар од $D_n=500$ мм и внатрешен дијаметар од $D_e=455,2$ мм., со цевковод со континуиран пад од 0,1%, цртеж бр. 46.20.04

- **Да се изврши анализа и избор на потребна опрема до десниот возводен крак и десниот возводен залив од таложното езеро**

Спецификацијата на потребната опрема за пополнување на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен залив во должина од 1.671 м, како и спецификацијата на потребната опрема за пополнување на просторот за одлагање на флотациската јаловина во десниот возводен залив во должина од 1.660 м, се дадени на страните 32 и 33 од Дополнителниот проект, со количини и позиции кои одговараат на положбата и должината на предвидениот пулповод.

Бетонската шахта со испустите на кота 647 мнв е графички прикажана, со сите потребни димензии и профили на дадените прилози во Дополнителниот проект на крајот од книгата.

ВИДУВАЊА И КОНСТАТАЦИИ

Пресметките за хидротранспорт, развод и одлагање се во согласност на практичните и теоретските сознанија за овој вид на пресметки при проектирање на овој вид на објекти во минералната технологија, особено при проектирање на флотациски хидројаловишта.

Имајќи ги во предвид предлозите од проектантите за пополнување на возводниот залив и односот 80% со хидроциклонирање за круна на браната (песок= % -?, прелив=%-?) и 20% со шпиготирање во ножиците од возводниот залив, односно 100% шпиготирање на јаловината гравитациски од бетонската шахта на кота 647 мнв, директно во возводниот крак од хидројаловиштето, а согласно на претходните (горни) пресметки, потребно е да **дефинира динамиката за изградбата на ламелите и круната на браната и предложеното одлагање на јаловината во возводниот залив и возводниот крак со соодветни зафатнини,** а истовремено да се направи **хармонизација со Основниот проект за надвишување до крајна кота од 654 мнв.**

Согласно на пресметките за зафатнините со предвидената метода на профили за возводниот залив и возводниот крак од хидројаловиштето “Тополница” на рудникот за бакар “Бучим” – Радовиш, може да се согледа следното:

Зафатнините на возводниот залив и возводниот крак од хидројаловиштето “Тополница” изнесуваат:

$$V_{\text{залив}} + V_{\text{крак}} = 3.605.674 \text{ м}^3 + 20.087.308 \text{ м}^3 = 23.692.982 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ц во пулпа}} = 4.921,48 \text{ м}^3/\text{ден}$$

$$\gamma = 2,70 \text{ т/м}^3$$

$$\text{Работни денови/годишно} = 306 \text{ денови}$$

$$\text{ПРОИЗВОДСТВО: } \text{Љ} = 4.066.126,8 \text{ т/год}$$

$$\text{ЦВРСТО: } 4.921,48 \text{ ц } 306 = 1.505.972,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$80\% \rightarrow 1.204.778,3 \text{ м}^3/\text{год} \text{ во круна на браната,}$$

20% → 301.194,6 м³/год во ножици на заливот

ЗАФАТНИНА НА ЗАЛИВ = **3.605.674 м³ : 1.505.972,9 м³/год. = 12 години**

ЗАФАТНИНА НА КРАК = **20.087.308 м³ : 1.505.972,9 м³/год. = 13,33 години**

Недвосмислено се поставува прашањето дали предвидениот век на експлоатација на хидројаловиштето до предвидената крајна кота од Основниот проект, со Дополнителниот проект ќе претрпи промени и какви ?

Дали евентуалните производствени промени при експлоатација во Рудникот со промените на содржините на корисните компоненти, зголемено или намалено производство, посиромашна или побогата руда, евентуални хидролошки промени со особени наноси или слично од реката Тополница ќе доведат до некои измени и какви ?